

Un récepteur US de conception mécanique et électronique étonnante :

Le mythique Collins R-388A ou 51J4

Collins Radio Compagnie, créée en 1933, construit pour des clients spécifiques (expédition antarctique Richard Byrd, les radioamateurs, broadcast, etc.). Intéressée, la Navy commande l'étude de récepteurs exigeants en fiabilité, stabilité et précision de fréquence. Les séries 51J1 et 51J2 sont lancées en 1949. L'utilisation du quartz assure des qualités sans compromis. Puis de 52 à 55 vient la série réputée R-388 (ou 51J3). Un progrès important en sélectivité est apporté avec la série R-388A (51J4) de 55 à 64. Collins est acheté par Rockwell en 1971, spécialiste actuel en télécommunication.



Une série coûteuse de cinq 51J4 fut fabriquée dans les années 90 pour équiper 5 vedettes ‘sniffeuses’ de la Navy (le choc électromagnétique nucléaire est trop violent pour les équipements à semi-conducteurs).

Ce qui fait l'originalité du 51J4 est le nombre de gammes de 1 MHz (30, repérées de G1 à G30) pour couvrir de 0,5 à 30,5 MHz. Nouveauté aussi : la linéarité de l'affichage en fréquence, la reproductibilité irréprochable de cet affichage au KHz près, sa stabilité atteinte en une minute. L'explication : les changements de fréquence des 30 gammes sont assurés par oscillateurs à quartz, les condensateurs ajustables sont en céramique, les selfs à noyau plongeur à perméabilité spécifique (Al) indépendante de la température. **Cette conception aboutit à l'absence totale de CV, remplacés par des bobines à noyau de ferrite commandés par cames.**

Notons que, quelque soit la gamme, le KHz est étalé sur 2,5 mm !

De conception identique au 51J3, cet appareil possède 3 filtres à résonance mécanique et un étage supplémentaire en FI (500 KHz), soit un total de 19 tubes miniatures (7 et 9 broches).

Je donne ici l'essentiel des spécifications dans sa forme originelle :

OPERATING RANGE 540 kc to 30.5 mc
TYPE OF RECEPTION AM, CW or MCW
CALIBRATION Direct reading in megacycles and kilocycles
TUNING Linear tuning with uniform bandspread
FREQUENCY STABILITY Dial calibration at room temperature is within 300 cps
TEMPERATURE RANGE -20°C to +60°C
SENSITIVITY Band 1 - Less than 15 uv gives 10 db s/n
 Bands 2 to 30 - Less than 5 uv gives 10 db s/n
SELECTIVITY 1kc, 3kc, 6kc, 10kc.
SPURIOUS FREQ RESPONSE .. Down at least 40 db
WEIGHT 43 pounds (20 Kg)

La découverte !

Après des années de recherche, j'ai enfin mis la main sur l'un (puis deux) des ces appareils.

Le premier 51 J4 provenait d'un OM passé aux matériels numérique, et il a posé peu de problème (une mis à la masse de la tension CAG, et un des 3 filtres mécaniques HS).

Le second, trouvé sur Ebay en très mauvais état (220 euros), m'a obligé à rentrer un peu plus dans la doc Collins et l'analyse du fonctionnement électrique et mécanique.

Après des heures de démontage et réparation mécanique il était sauvé de ce point de vue.

(self à noyau plongeur brûlées et déformées, des guidages de noyau plongeur cassé ou tordus, pas de câble de commande du barillet des fréquences, tubes douteux, totalement déréglé etc.).

Mais à ce stade de l'autopsie, j'étais émerveillé par la sophistication et la complexité mécanique : on trouve derrière la face avant un ensemble de pignons , cames , différentiels, digne de la boîte de vitesse d'une formule 1. (en particulier 8 cames cardioïdes, dont les profils ont du causer quelques nuits blanches au concepteur). Les cames commandent les noyaux de ferrite en fonction de la gamme et du vernier de fréquence.

(en figure 2 : la pignonnerie)

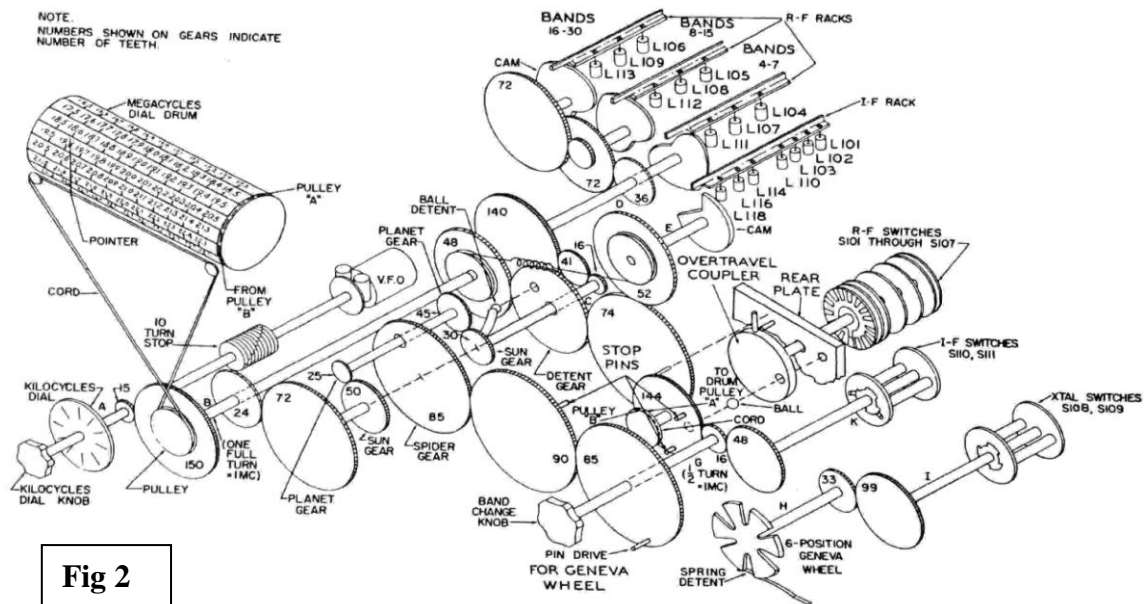


Fig 2

Puis il fallut se plonger dans les schémas électriques, heureusement aidé par les notices très détaillées (les "instruction book" du 388 et du 388A se complètent bien).

Les bobines refaites et les condensateurs fixes associés furent mesurés et recalés.

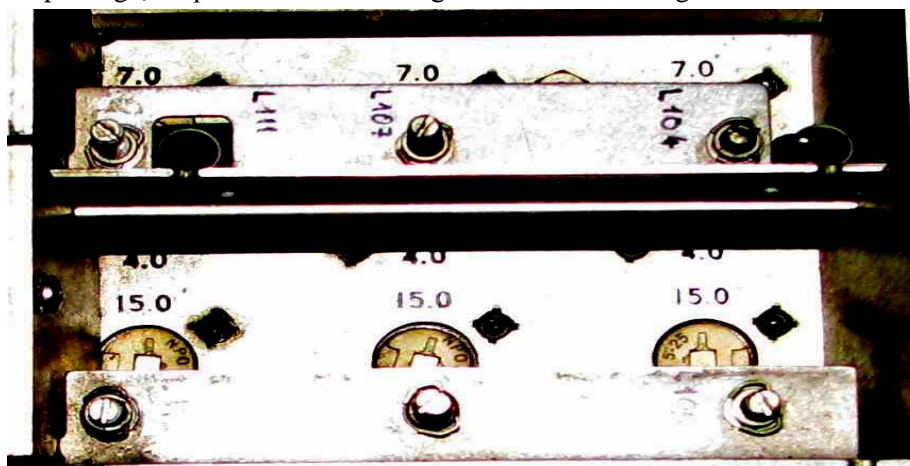
A noter le soucis constant de Collins de faciliter dépannage et maintenance : **tous les éléments sont localisés par des photos de qualité et repérés sur le châssis.**

Une belle leçon pour notre époque du "tout jetable indépannable".

Une fois les étages réparés, il ne restait plus que l'alignement en fréquence. Rappelons qu'il y a un minimum de 16 noyaux plongeurs à régler, 33 ajustables céramiques et 5 transformateurs à primaire secondaire. La encore Collins a fait fort, car **tous ces éléments à ajuster sont accessible par le dessus du châssis et marqué par la valeur de fréquence à laquelle ils doivent être optimisés.**

La figure 3 montre une partie des ferrites et capa marquées à la fréquence à laquelle elles doivent être optimisées. (étage HF pour les gammes 4 MHz à 7 MHz)

Après dépannage, un premier niveau d'alignement se fait sans générateur, ni oscilloscope, ni antenne,



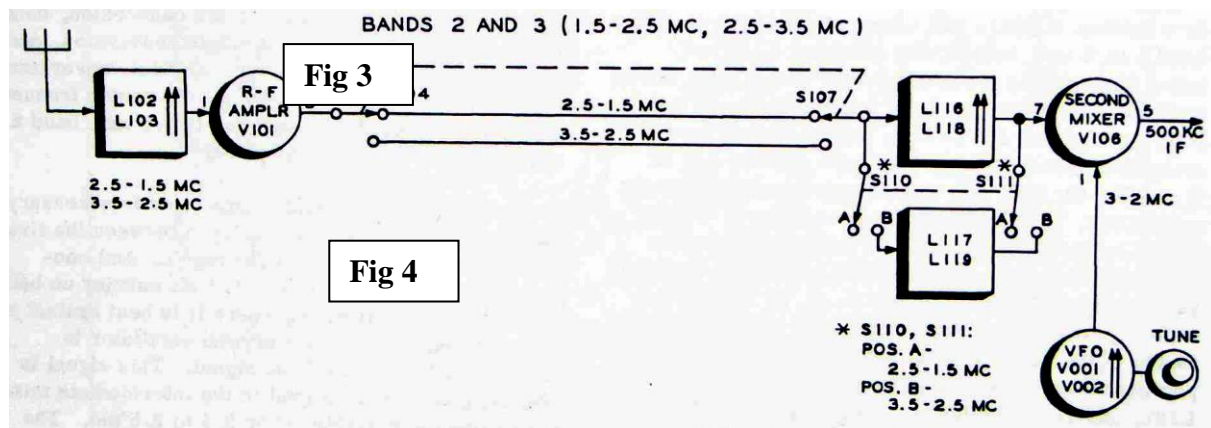
en activant le calibrateur (100 KHz) et grâce à un voltmètre DC (en sortie annexe détection). Il suffit alors d'afficher la fréquence marquée sur le composant à ajuster (capa céramique ou noyau ferrite), puis à ajuster au maximum de niveau en sortie détection.
(en figure 3 : les ajustages aux fréquences marquées)

En dernière étape, un wobuloscope permet d'affiner visuellement la réponse des étages sélectifs à 500 KHz (à défaut un analyseur de paramètres S en transmission HP8753B).

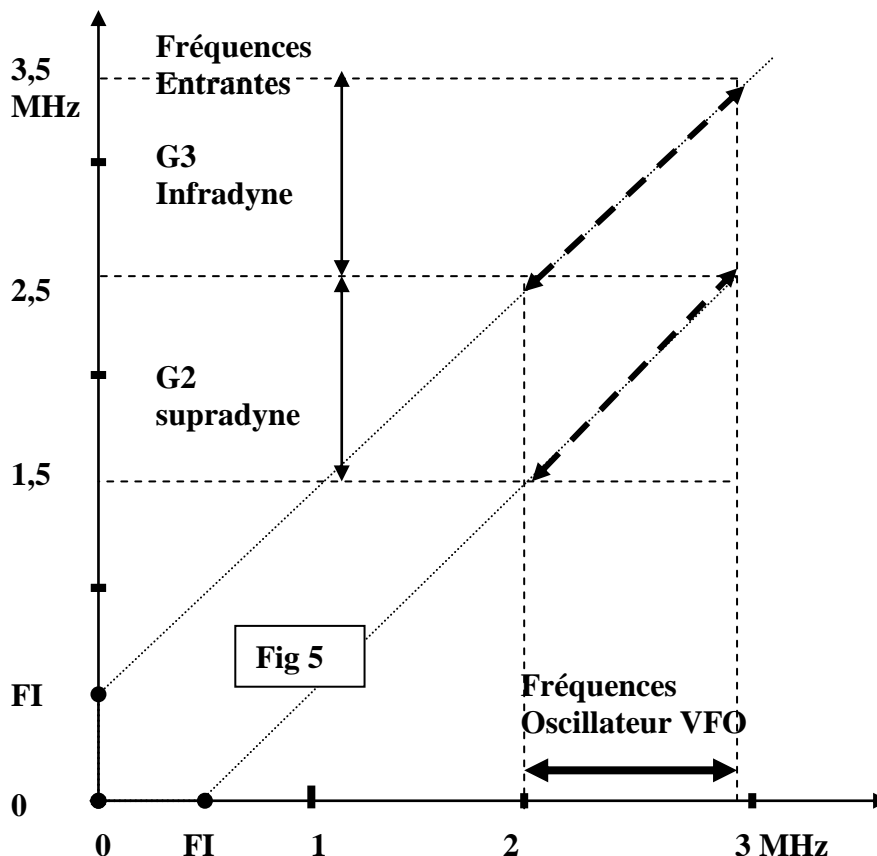
L'architecture du 51J4.

Selon les gammes (numérotées de G1 à G30) il y a un, deux ou trois changements de fréquence. A la base c'est un récepteur "bigamme" couvrant par un changement de fréquence les gammes G2 (1,5 à 2,5 MHz supradyne) et G3 (2,5 à 3,5 MHz infradyne). Un étage HF actif (6AK5) sélectionne simplement le signal antenne dans la gamme choisie.

(en figure 4 : architecture de base du 51J4)



L'âme du récepteur est le VFO qui permet la réception de toute les gammes grâce à une couverture unique de 2 à 3 MHz associée à un vernier 10 tours. Le cadran centrale permet donc d'étaler linéairement 100 KHz sur 250 mm. Cet oscillateur local VFO a été particulièrement optimisé en stabilité, linéarité et vieillissement (serti à vie sous atmosphère inerte, on ne doit jamais l'ouvrir !)
(en figure 5 : principe de base du 51J4)



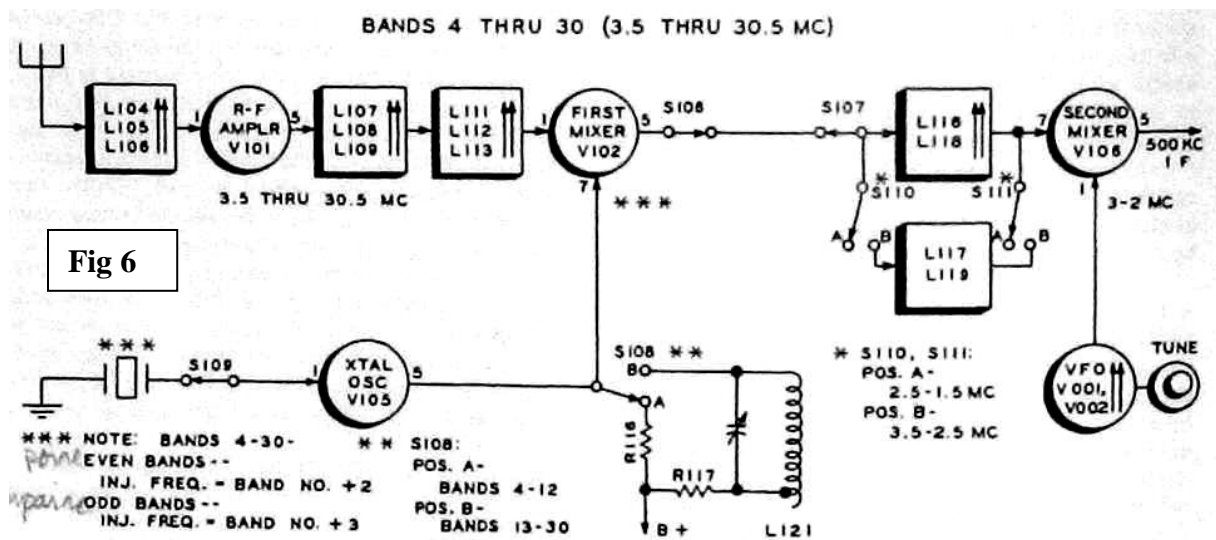
Pour les gammes G4 à G30, un premier changeur précède celui décrit en figure 4, on a alors deux changements de fréquence. Ce premier changeur ramène ces gammes par groupe de deux, au niveau de G2(paire) et G3(impaire). Par exemple un quartz unique de 10 MHz, pour ce premier changeur, va permettre de recevoir en supradyné la gamme G7 (grâce à G3) et la gamme G8 (grâce à G2).

Ce même quartz sur l'harmonique 2 va permettre la réception de G17 et G18.

Ce même quartz sur l'harmonique 3 va permettre la réception de G27 et G28.

Bien entendu au prix de commutateurs nombreux et synchronisés.

(en figure 6 : les deux changeurs des gammes G4 à G30)

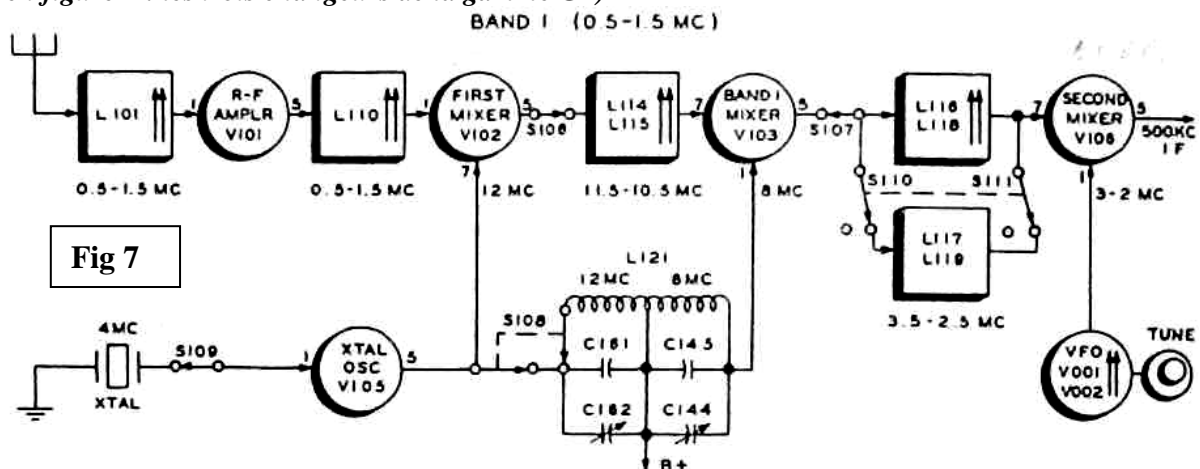


Seule, la gamme G1 (0,5 à 1,5 MHz) exige 3 changements de fréquence !

Dans l'ordre : avec un oscillateur à 12 MHz (sortie 10,5 à 11,5 MHz), puis un oscillateur à 8 MHz (sortie 2,5 à 3,5 MHz donc G3, et enfin grâce au VFO, la sortie IF unique à 500KHz.

Les fréquences 12 et 8 MHz sont issues d'un quartz 4 MHz.

(en figure 7 : les trois changeurs de la gamme G1)



Conclusion d'écoute décamétrique.

La marine française utilisait un récepteur couvrant les mêmes gammes, mais conçu une génération après (1980) : le Thomson TRC394A (le numérique "discret" et la PLL étant passé par là !)

En comparant l'écoute, dans les cas difficiles, les résultats sont peu différents et en exploitant la sélectivité maximum, le 51J4 'sort' parfois le signal avec moins de bruit. La lecture analogique de fréquence correspond toujours, à mieux que deux KHz, à celle de l'afficheur numérique du Thomson ! J' attends les essais d'un récepteur "monopuce".

(*en figure 8 : une partie des cames*)

Jean- Marie Mathieu C260 jmmathieu@wanadoo.fr

(articles passés)

<http://iutgeii.u-3mrs.fr/etudiants/electronique>. Ou <http://iutgeii.u-3mrs.fr/etudiants/texte.htm>